

Friederike Hildegard Böhlen

Dr. med.

Methodenvergleich in der Dickenbestimmung der Schädelkalotte – MEDIKA

Geboren am 28.02.1983 in Warburg

(Staats-)Examen am 16.09.2009 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Hals- Nasen- Ohrenheilkunde

Doktorvater: Prof. Dr. Dr. h. c. Peter K. Plinkert

Die Kenntnis der Dicke der Schädelkalotte ist bei vielen operativen Eingriffen wichtig. Dies betrifft zum Beispiel die Anlage eines Implantatlagers für implantierbare Hörsysteme und Knochenimplantate (Federspil u. Plinkert 2004), spezielle Kraniotomien (Eggers, Korb et al. 2004) oder die Entnahme eines „Split-Bone“ Transplantates zur plastischen Rekonstruktion im Gesichtsbereich (Pensler u. McCarthy 1985). Es bedeutet in diesen Fällen einen erheblichen Fortschritt für den Operateur, wenn die Knochendicke in Echtzeit bestimmt werden kann.

Eine nicht- invasive Möglichkeit zur Dickenbestimmung der Schädelkalotte stellt der SonoPointer[®] dar, ein prototypisches A- Mode Ultraschallsystem, das im Kontext des RONAF- Projekts in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer- Institut für Biomedizinische Technik (IBMT, St. Ingbert) entwickelt wurde. Alternativ lässt sich die Schädelknochendicke auch mit einem hochauflösenden axialen Spiral- CT bestimmen. Im Vergleich mit dem Goldstandard der Dickenbestimmung der Schädelkalotte, der mechanischen Messung, über die 95%- Limits of Agreement nach Bland und Altman (Bland u. Altman 1999), lassen sich Aussagen über die Genauigkeit der beiden Messmethoden treffen.

An 28 formalin- fixierten Felsenbeinen aus dem Anatomischen Institut der Universität Heidelberg bestimmen wir an drei definierten Punkten die jeweilige Knochendicke mit den drei Messmethoden. Am ersten Messpunkt (BAHA), als Implantationsort für „bone anchored hearing aids“ klinisch bedeutsam, liegt die mittlere Knochendicke (in der mechanischen Messung) bei 5,99 mm (Std: 1,90 mm) (Min: 2,06 mm, Max: 9,83 mm). Der zweite Messpunkt (ZYG) befindet sich 1 cm über der Wurzel des Arcus zygomaticus (als transtemporaler OP-Zugang) mit einer mittleren Knochendicke von 2,22 mm (Std: 1,11 mm) (Min: 1,06 mm, Max: 6,38 mm). An den Random Points (3. Messpunkt, mittlere Knochendicke bei 4,02 mm (Std: 1,15 mm) (Min: 2,52 mm, Max:6,16 mm)), wurde ein besonders deutliches Ultraschallsignal empfangen.

Im Vergleich der Ultraschall- Messung mit der mechanischen Messung ist beobachtbar, dass die Ultraschall- Messung den wahren Wert bei Knochenstücken großer Dicke tendenziell unterschätzt und bei Knochenstücken < 2 mm überschätzt und dass die Übereinstimmung am BAHA- Punkt mit zunehmender Knochendicke abnimmt. Besonders deutlich ist die Übereinstimmung mit dem Goldstandard an den Random Points (Mittlere Differenz -0,18 mm (Std: 0,59 mm); Limits of Agreement: -1,34 mm; 0,99 mm; 1 Untersucher, 1 Auswerter). Einflussfaktoren auf die Ultraschall- Messung sind die Güte des Ultraschallsignals, die Erfahrung der Auswerter, der Feuchtigkeitszustand der Präparate und die Wahl der geeigneten

Schallgeschwindigkeit zur Umrechnung im Intervall (je dicker der Schädelknochen, desto höher sollte die Schallgeschwindigkeit sein). Diese Faktoren liessen sich durch Versuchsbedingungen in vivo und einen automatisierten Algorithmus bei der Auswertung der Ultraschall- Signale optimieren.

Im Vergleich der CT- Messung mit der mechanischen Messung fällt auf, dass diese tendenziell besser mit dem Goldstandard, der mechanischen Messung bei Unterschätzung dieser übereinstimmt. Dies lässt sich durch die vergleichbare Messmethodik erklären. Generell liegen die Nachteile der CT- Messung in der aufwendigen praktischen Umsetzbarkeit und deren Invasivität. Die Vermessung bestimmter Stellen erfordert aufwendige Markierungsschritte, z.B. mit Schrauben. Die CT- Messung ist tendenziell zeitaufwendig und kostenintensiv und benötigt eine sehr hohe Scan- und Rechenleistung, da die Schichtführung zur genauen Bildgewinnung sehr eng gewählt werden muss.

Somit lässt sich schließlich feststellen, dass der SonoPointer® unter Berücksichtigung der genannten Einflussgrößen eine attraktive Alternative in der Bestimmung der Knochendicke der Schädelkalotte darstellt, da so eine nicht- invasive Messung in Echtzeit möglich ist. Da die Übereinstimmung mit dem Goldstandard noch unter der mit der CT- Messung liegt, sollte der Focus in der Weiterentwicklung auf der Kontrollierbarkeit der Einflussgrößen liegen. Es ist wichtig Gütestandards die Auswertbarkeit eines Signals betreffend einzuführen. Ebenso scheint es sinnvoll die Wahl der Schallgeschwindigkeit im Intervall an die Knochendicke anzupassen. Da nicht auszuschließen ist, dass die Formalinfixierung einen Einfluss auf die gemessene Knochendicke hat, ist als nächster Schritt zur Evaluation der klinischen Einsetzbarkeit der probatorische intraoperative Einsatz wünschenswert. So kann sich die Weiterentwicklung auf die physikalischen Gegebenheiten in lebendigem Knochen einstellen, um den Weg zu einer sicheren, einfachen, praktischen Einsetzbarkeit des SonoPointers® fortzuführen.